

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11266555
PUBLICATION DATE : 28-09-99

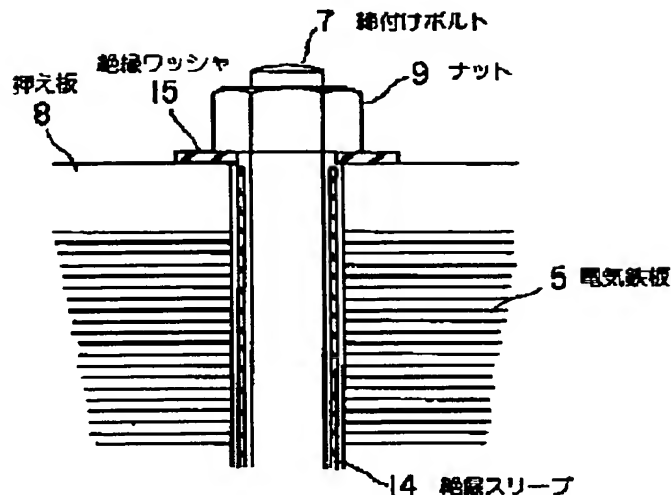
APPLICATION DATE : 16-03-98
APPLICATION NUMBER : 10065352

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : YOSHIDA KATSUHIKO;

INT.CL. : H02K 1/30 // H02K 17/12

TITLE : ROTOR FOR ROTARY ELECTRIC MACHINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a rotor which is capable of giving margin to the magnetic flux density in the base section of a core, while securing mechanical reliability even against the centrifugal force acting on a rotor core, when the core is rotated at a high speed.

SOLUTION: A rotor for rotary electric machine is constituted in such a way that a cylindrical rotor core manufactured by laminating many sector-like electrical plates 5, having slots in their outer peripheries in the axial direction and arranging metallic keep plates 8 on both end faces of the plates 5 in the axial direction, and then integrally uniting the plates 8 and 5 with a plurality of clamping nuts 7 and a plurality of lock nuts 9 is put on a shaft and windings are housed in the slots. A plurality of through-holes are formed in the axial direction through the keeping plates 8 and laminated electrical plates 5 so that the bolts 7 are passed through the through-holes, and in each through-hole, an insulating sleeve 14 having a high mechanical strength is arranged on the outer peripheral side of the bolt 7, the nut is screwed on the end section of the bolt 7, and then insulating washers 15 are respectively interposed between the keep plate 8 and heat section of the bolt 7 and between the plate 8 and nut 9.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-266555

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月28日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 2 K 1/30

H 0 2 K 1/30

A

// H 0 2 K 17/12

17/12

A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平10-65352

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月16日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 吉田 勝彦

神奈川県横浜市鶴見区末広町 2 丁目 4 番地

株式会社東芝京浜事業所内

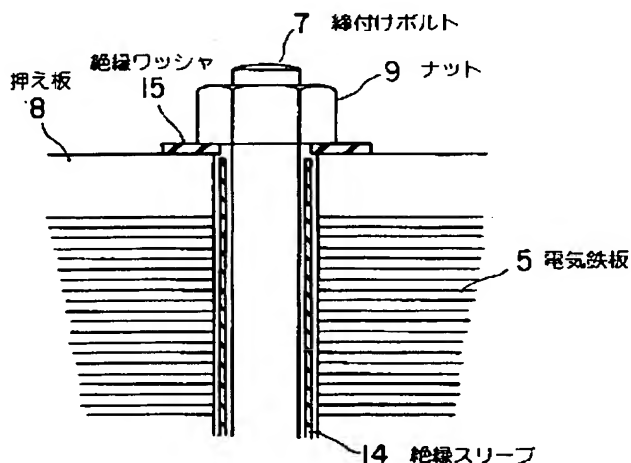
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

(54) 【発明の名称】 回転電機の回転子

(57) 【要約】

【課題】高周速の回転子鉄心に作用する遠心力に対して、機械的な信頼性を確保しつつ、鉄心背部の磁束密度に余裕をもたせることのできる回転子を得る。

【解決手段】セクター状であって、外周縁にはスロット 3 を有する電気鉄板 5 を多数枚軸方向に積層し、この軸方向両端面に金属製の押え板 8 を配置し、8 および該積層鉄板を、複数の締付けボルト 7 と複数のナット 9 により一体に締め付けた円筒形回転子鉄心を、軸 2 に装着し、3 に巻線 4 を収納した回転子において、押え板 8 および前記積層鉄板に、スロット 3 と軸 2 の間で軸方向に貫通し、締付けボルト 7 が挿通されるように複数の通し孔 6 を形成し、各通し孔 6 に、締付けボルト 7 の外周側に機械的強度の高い絶縁スリーブ 14 を配置し、7 の端部にナット 9 を螺合させると共に、押え板 8 と締付けボルト 7 の頭部の間ならびに押え板 8 とナット 9 の間に、それぞれ絶縁ワッシャ 15 を設けたもの。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 セクター状であって、外周縁にはスロットを有する電気鉄板を多数枚軸方向に積層し、この軸方向両端面に金属製の押え板を配置し、該押え板および該積層鉄板を、複数の締付けボルトと複数のナットにより一体に締め付けた円筒形回転子鉄心を、回転子軸に装着し、前記スロットに巻線を収納した回転電機の回転子において、

前記押え板および前記積層鉄板に、前記スロットと前記回転子軸の間で軸方向に貫通し、前記締付けボルトが挿通されるように複数の通し孔を形成し、該各通し孔に、前記締付けボルトの外周側に機械的強度の高い絶縁層を形成した締付けボルトを挿通させ、該締付けボルトの端部にナットを螺合させると共に、前記押え板と前記締付けボルトの頭部の間ならびに前記押え板と前記ナットの間、それぞれ絶縁ワッシャを設けたことを特徴とする回転電機の回転子。

【請求項2】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、FRP製の絶縁スリーブで構成し、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項3】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にガラスクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、該シートを金型によって熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項4】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にバラ系アラミッドクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、該シートを金型によって熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項5】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にアルミナクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、該シートを金型によって熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項6】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したガラスロービングをフィラメントワインディングし、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項7】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したバラ系アラミッドロービングをフィラメントワインディングし、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項8】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したアルミナロービングをフィラメントワインディングし、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項9】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したガラスロービングをフィラメントワインディングすると共に、該ワインディングする際に該ガラスロービングの巻付け角度を、絶縁層の内層側では小さく、また少なくとも外層側の1層以上では内層側より大きくして巻付け、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項10】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したバラ系アラミッドロービングをフィラメントワインディングすると共に、該ワインディングする際に、該ロービングの巻付け角度を、絶縁層の内層側では小さく、また少なくとも外層側の1層以上では内層側より大きくして巻付け、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項11】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したアルミナロービングをフィラメントワインディングすると共に、該ワインディングする際に、該ロービングの巻付け角度を、絶縁層の内層側では小さく、また少なくとも外層側の1層以上では内層側より大きくして巻付け、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【請求項12】 前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にアルミナを溶射してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、回転子鉄心のスロットに例えば三相分布巻線を有する大形の回転電機の回転子に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、大容量の巻線形誘導電動機や可変速発電機等の回転子は、図8および図9に示すように構成されている。図8は従来の回転子の構造を示す縦断面図であり、図9は従来の回転子の構造を示す横断面図である。円筒形回転子鉄心1の表面の回転子軸2の方向にスロット3が設けられ、三相分布巻線4が収められている。

【0003】前記円筒形回転子鉄心1は、周方向にセクター状に分割した薄い電気鉄板5を多数枚軸2方向に積層してなることから、運転時、外径方向に作用する遠心力に耐えるため、一般に前記電気鉄板5のスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設けた上、締付けボルト7を通し、回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8にナット9で締結されている。このような構造の回転子では、押え板8とこれを締結する複数の締付けボルト7とが、導電性のかごを形成することになる。

【0004】ところで、運転時、回転子鉄心1の表面に設けたスロット3内の分布巻線4には三相界磁電流が流れ、回転磁界が発生する。この場合、主磁束は図9に示すようにN極に相当する回転子スロット歯部10a付近から出発し、エアギャップ11を経由して、図示しない固定子鉄心内を通り、再びエアギャップ11を経由してS極に相当する回転子スロット歯部10b付近に至り、さらに回転子鉄心背部12を通して元のN極に相当するスロット歯部10a付近に戻る磁路13をとる。

【0005】さて前述のように、押え板8とこれを締結する複数の締付けボルト7とが、導電性のかごを形成する回転子にあっては、導電性のかごが磁気シールドとして作用するため、前記主磁束が回転子鉄心背部12を通る際、導電性のかご内に入ることができない。この結果、回転子鉄心背部12では磁路13が狭められ、磁束密度が高くなるので、界磁電流の増加や、鉄損の増加等、磁気設計上の不具合が表面化するようになる。

【0006】回転子鉄心背部12の磁束密度を低減するには、締付けボルト7をできるだけ内径側に配置するのが得策であるが、内径側（回転子軸に近い側）に配置すればするほど、締付けボルト7の電気鉄板5の締付け効果が低下し、特に遠心力の大きな大形、高周速の大容量回転子では、機械的な信頼性の低下する恐れがある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】以上のように、従来の大容量巻線形誘導電動機や可変速発電機等においては、回転子鉄心1の遠心力に対する機械的強度を高めようとして電気鉄板5の締付けボルト7を外径側に配置する

と、回転子鉄心背部12の磁束密度が高くなってしまい、また前記回転子鉄心背部12の磁束密度を低めようとして電気鉄板5の締付けボルト7を内径側に配置すると、回転子鉄心1の遠心力に対する機械的強度が低下するという問題があった。

【0008】本発明は上記事情に基づきなされたもので、その目的は大径、高周速回転子の遠心力に対しても回転子鉄心の機械的強度を低下することなく、回転子鉄心背部の磁束密度を低めることが可能な回転電機の回転子を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、請求項1に対応する発明は、セクター状であって、外周縁にはスロットを有する電気鉄板を多数枚軸方向に積層し、この軸方向両端面に金属製の押え板を配置し、該押え板および該積層鉄板を、複数の締付けボルトと複数のナットにより一体に締め付けた円筒形回転子鉄心を、回転子軸に装着し、前記スロットに巻線を収納した回転電機の回転子において、前記押え板および前記積層鉄板に、前記スロットと前記回転子軸の間で軸方向に貫通し、前記締付けボルトが挿通されるように複数の通し孔を形成し、該各通し孔に、前記締付けボルトの外周側に機械的強度の高い絶縁層を形成した締付けボルトを挿通させ、該締付けボルトの端部にナットを螺合させると共に、前記押え板と前記締付けボルトの頭部の間ならびに前記押え板と前記ナットの間に、それぞれ絶縁ワッシャを設けたことを特徴とする回転電機の回転子である。

【0010】前記目的を達成するため、請求項2に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、FRP製の絶縁スリーブで構成し、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0011】前記目的を達成するため、請求項3に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にガラスクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、該シートを金型によって熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0012】前記目的を達成するため、請求項4に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にパラ系アラミッドクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、該シートを金型によって熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0013】前記目的を達成するため、請求項5に対応

する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にアルミナクロスエポキシアブリブレグシートを巻回し、該シートを金型によって熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0014】前記目的を達成するため、請求項6に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したガラスロービングをフィラメントワインディングし、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0015】前記目的を達成するため、請求項7に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したパラ系アラミッドロービングをフィラメントワインディングし、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0016】前記目的を達成するため、請求項8に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したアルミナロービングをフィラメントワインディングし、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0017】前記目的を達成するため、請求項9に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したガラスロービングをフィラメントワインディングすると共に、該ワインディングする際に該ガラスロービングの巻付け角度を、絶縁層の内層側では小さく、また少なくとも外層側の1層以上では内層側より大きくして巻付け、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0018】前記目的を達成するため、請求項10に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したパラ系アラミッドロービングをフィラメントワインディングすると共に、該ワインディングする際に、該ロービングの巻付け角度を、絶縁層の内層側では小さく、また少なくとも外層側の1層以上では内層側より大きくして巻付け、該ロービングを熱硬

化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0019】前記目的を達成するため、請求項11に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にエポキシ樹脂を含浸したアルミナロービングをフィラメントワインディングすると共に、該ワインディングする際に、該ロービングの巻付け角度を、絶縁層の内層側では小さく、また少なくとも外層側の1層以上では内層側より大きくして巻付け、該ロービングを熱硬化成形してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0020】前記目的を達成するため、請求項12に対応する発明は、前記締付けボルトの外周側に形成される機械的強度の高い絶縁層は、前記締付けボルトの外周面にアルミナを溶射してできた絶縁層であり、前記絶縁ワッシャはFRP製の絶縁ワッシャで構成したことを特徴とする請求項1記載の回転電機の回転子である。

【0021】請求項1～12のいずれかの発明によれば、締付けボルトの周囲に配置した高強度の絶縁層と、金属性の押え板とナットとの間に配置した絶縁ワッシャとによって、各締付けボルトと押え板との間が電氣的に絶縁され、導電性のかごが形成されないことから、電気鉄板の締付けボルトを十分外径側に配置しても回転子鉄心背部の磁束密度を低減でき、かつ回転子鉄心の遠心力に対する機械的強度を高めることができる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について図1を参照して説明する。以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

（実施形態1：請求項1、2に対応）図1は本発明の実施形態1の回転子構造を示している。回転子鉄心1は従来と同じく、セクター状であって、外周縁にはスロット3を有する電気鉄板5を多数枚軸方向に積層し、この軸方向両端面に金属製の押え板8を配置し、該押え板8および該積層鉄板を、複数の締付けボルト7と複数のナット9により一体に締め付けた円筒形回転子鉄心を、回転子軸2に装着し、スロット3に三相分布巻線4を収納した回転電機の回転子において、次のように構成したものである。

【0023】押え板8および積層鉄板に、スロット3と回転子軸2の間で軸方向に貫通し、締付けボルト7が挿通されるように複数の通し孔6を形成し、該各通し孔6に、締付けボルト7の外周側に機械的強度の高い絶縁層を形成した締付けボルト7を挿通させ、締付けボルト7の端部にナット9を螺合させると共に、押え板8と締付けボルト7の頭部の間ならびに押え板8とナット9の間に、それぞれ絶縁ワッシャ15を設けたものである。

【0024】絶縁ワッシャ15としては、FRP（繊維強化プラスチック）製のものを使用している。そして、締付けボルト7の周囲にはFRP（繊維強化プラスチック）製の絶縁スリーブ14を配置したものである。

【0025】実施形態1によれば、上述のように、各締付けボルト7と押え板8との間が電氣的に絶縁され、導電性のかごが形成されないことから、電気鉄板5の締付けボルト7を十分外径側に配置し、回転子鉄心1の遠心力に対する機械的強度を高めることができる。

【0026】（実施形態2：請求項3に対応）図2は本発明の実施形態2の回転子を示すもので、締付けボルト7にガラスクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、半割りした金型16によって熱硬化成形し、表面を機械加工仕上げして絶縁層17を形成する。

【0027】図3に示すように電気鉄板5にはスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設け、前記絶縁層17を形成した締付けボルト7とナット9と、押え板8とナット9との間に配置したFRP製の絶縁ワッシャ15とによって回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8に締結する。

【0028】実施形態1の絶縁スリーブ14では締付けボルト7を挿入する制約上、どうしても両者の間に隙間が必要になる。しかし大容量の回転子鉄心1では、回転子の大形化、高周速化に伴い、遠心力に起因するフープ力が大きくなるので、個々の電気鉄板5から絶縁スリーブ14が受けるせん断応力も極めて大きくなり、数百メガパスカルのオーダーに達する。締付けボルト7と絶縁スリーブ14との間に挿入用の隙間が大きく残っていると、個々の電気鉄板5から絶縁スリーブ14が受けるせん断応力は、直に締付けボルト7に伝達されず、一旦絶縁スリーブ14を歪ませることになる。この結果、絶縁スリーブ14は本来のせん断強度を発揮できない場合もある。

【0029】実施形態2によれば、図3に示すようにこのような隙間が介在することがないので、絶縁層17に歪み変形が発生せず、本来のせん断強度を発揮することができる。

【0030】（実施形態3：請求項4に対応）本発明の実施形態3の回転子では、図2に示すように締付けボルト7にパラ系アラミッドクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、半割りした金型16によって熱硬化成形し、表面を機械加工仕上げして絶縁層17を形成する。図3に示すように電気鉄板5にはスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設け、前記絶縁層17を形成した締付けボルト7とナット9と、押え板8とナット9との間に配置したFRP製の絶縁ワッシャ15とによって回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8に締結する。

【0031】パラ系アラミッド繊維は、せん断強度に優れることから、実施形態3によれば回転子の信頼性を、

より高めることができる。

（実施形態4：請求項5に対応）本発明の実施形態4の回転子では、図2に示すように締付けボルト7にアルミナクロスエポキシプリプレグシートを巻回し、半割りした金型16によって熱硬化成形し、表面を機械加工仕上げして絶縁層17を形成する。図3に示すように電気鉄板5にはスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設け、前記絶縁層17を形成した締付けボルト7とナット9と、押え板8とナット9との間に配置したFRP製の絶縁ワッシャ15とによって回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8に締結する。

【0032】アルミナ繊維は、ガラス繊維よりも硬度が高いので、実施形態4によれば、さらに回転子の信頼性を高めることができる。

（実施形態5：請求項6に対応）本発明の実施形態5の回転子では、図4に示すようにエポキシ樹脂を含浸したガラスロービング18を締付けボルト7にフィラメントワインディングし、熱硬化成形し、表面を機械加工仕上げして絶縁層19を形成する。図5に示すように電気鉄板5にはスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設け、前記絶縁層19を形成した締付けボルト7とナット9と、押え板8とナット9との間に配置したFRP製の絶縁ワッシャ15とによって回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8に締結する。

【0033】実施形態2～4の半割金型16によって熱硬化成形する絶縁層17では、同一金型16によっても、締付けボルト7に巻回するエポキシプリプレグシートの厚さ精度によって、形成される絶縁層17のモールド率が変化する。一般にFRPのせん断強度はその樹脂含有率によって変わるが、上述のように絶縁層17のモールド率が変化するすると樹脂含有率も変化するのので、結果的に成形絶縁層17のせん断強度にばらつきが出ることになる。

【0034】実施形態5によれば、エポキシ樹脂を含浸したガラスロービング18をフィラメントワインディングするので、成形絶縁層19の樹脂含有率はフィラメントワインディングする際のガラスロービング18の張力20をコントロールすることによって一定に保つことができる。樹脂含有率を一定にコントロールすることができるので、せん断強度のばらつきも極めて小さく押えることができる。

【0035】（実施形態6：請求項7に対応）本発明の実施形態6の回転子では、図4に示すようにエポキシ樹脂を含浸したパラ系アラミッド（例えば、米国デュポン社のケブラー）ロービング18を締付けボルト7にフィラメントワインディングし、熱硬化成形し、表面を機械加工仕上げして絶縁層19を形成する。図5に示すように電気鉄板5にはスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設け、前記絶縁層19を形成した締付けボルト7とナット9と、押え板8とナット9との間に配置したF

FRP製の絶縁ワッシャ15とによって回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8に締結する。

【0036】実施形態6によれば、実施形態5と同様、フィラメントワインディングする際のパラ系アラミッドロービング18の張力20をコントロールすることによって、樹脂含有率を一定にコントロールすることができるとともに、せん断強度に優れるパラ系アラミッド繊維によって回転子の信頼性を、より高めることができる。

【0037】(実施形態7：請求項8に対応)本発明の実施形態7の回転子では、図4に示すようにエポキシ樹脂を含浸したアルミナロービング18を締付けボルト7にフィラメントワインディングし、熱硬化成形し、表面を機械加工仕上げして絶縁層19を形成する。図5に示すように電気鉄板5にはスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設け、前記絶縁層19を形成した締付けボルト7とナット9と、押え板8とナット9との間に配置したFRP製の絶縁ワッシャ15とによって回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8に締結する。

【0038】実施形態7によれば、実施形態5と同様、フィラメントワインディングする際のアルミナロービング18の張力20をコントロールすることによって、樹脂含有率を一定にコントロールすることができるとともに、アルミナ繊維の硬度がガラス繊維よりも高いことから、さらに回転子の信頼性を高めることができる。

【0039】(実施形態8：請求項9に対応)本発明の実施形態5～7では、個々の電気鉄板5と締付けボルト7とが直角に配置されているので、電気鉄板5からのせん断応力に対するロービング18の補強効果は、ロービング18が締付けボルト7長手方向(回転子軸2方向)に近く配列される方が高い。このためには巻付け角度を大きくする必要があるが、ロービング18の張力20を一定とした場合、巻付け角度を大きくするほどロービング18に含浸したエポキシ樹脂を絞出す圧力が低下するので、熱硬化成形した絶縁層19の樹脂含有率が増加してしまう。

【0040】逆に巻付け角度を小さくすると、ロービング18に含浸したエポキシ樹脂を絞出す圧力が増加し、熱硬化成形した絶縁層19の樹脂含有率を低下させることができるが、ロービング18自身のせん断力に対する補強効果が低下する。従って、実施形態5～7では、ロービング18自身のせん断力に対する補強効果と、熱硬化成形した絶縁層19の樹脂含有率とが折合う巻付け角度で妥協する必要があった。

【0041】本発明の実施形態8の回転子では、図6に示すようにエポキシ樹脂を含浸したガラスロービング18を締付けボルト7にフィラメントワインディングする際、ガラスロービング18の巻付ける角度を、絶縁層19の内層側19aでは小さく、また少なくとも外層側19bの1層以上では内層側19aより大きくして巻付け

る。内層側19aでは小さな角度で巻付けるので、絶縁層19の樹脂含有率を低下させることができ、また外層側19bでは大きな角度で巻付けるので、せん断力に対するガラス繊維の補強効果を高めることができる。

【0042】(実施形態9：請求項10に対応)本発明の実施形態9の回転子では、図6に示すようにエポキシ樹脂を含浸したパラ系アラミッドロービング18を締付けボルト7にフィラメントワインディングする際、パラ系アラミッドロービング18の巻付ける角度を、絶縁層19の内層側19aでは小さく、また少なくとも外層側19bの1層以上では内層側19aより大きくして巻付ける。

【0043】内層側19aでは小さな角度で巻付けるので、絶縁層19の樹脂含有率を低下させることができ、また外層側19bでは大きな角度で巻付けるので、絶縁層19の樹脂含有率を低下させることができるとともに、せん断強度に優れるパラ系アラミッド繊維によって回転子の信頼性を、より高めることができる。

【0044】(実施形態10：請求項11に対応)本発明の実施形態10の回転子では、図6に示すようにエポキシ樹脂を含浸したアルミナロービング18を締付けボルト7にフィラメントワインディングする際、アルミナロービング18の巻付ける角度を、絶縁層19の内層側19aでは小さく、また少なくとも外層側19bの1層以上では内層側19aより大きくして巻付ける。内層側19aでは小さな角度で巻付けるので、絶縁層19の樹脂含有率を低下させることができ、また外層側19bでは大きな角度で巻付けるので、絶縁層19の樹脂含有率を低下させることができるとともに、アルミナ繊維の硬度がガラス繊維よりも高いことから、さらに回転子の信頼性を高めることができる。

【0045】(実施形態11：請求項12に対応)本発明の実施形態11の回転子では、図7に示すように締付けボルト7にアルミナを溶射し、絶縁層21を形成する。電気鉄板5にはスロット3よりも内径側に複数の通し孔6を設け、前記絶縁層21を形成した締付けボルト7とナット9と、押え板8とナット9との間に配置したFRP製の絶縁ワッシャ15とによって回転子鉄心1の軸2方向両端に配置した金属性の押え板8に締結する。

【0046】実施形態1～10の絶縁スリーブ14、および絶縁層17、19では、いずれも締付けボルト7を絶縁するためにFRPを用いていることから、回転子の大形化、高周速化に伴って大きくなる遠心力に対しては、どうしても使用樹脂の強度上の制約を受ける。

【0047】実施形態11によれば、絶縁層21を無機質で硬度の高い溶射アルミナで形成するため、電気鉄板5からのせん断応力に対して、締付けボルト7の絶縁の信頼性をさらに高めることができる。

【0048】

【発明の効果】以上述べた本発明によれば、高周速の回

転子鉄心に作用する遠心力に対しても、機械的な信頼性を確保しつつ、回転子鉄心背部の磁束密度に余裕をもたせることのできる回転電機の回転子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の回転電機の回転子の実施形態1の一部を示す縦断面図。

【図2】本発明の回転電機の回転子の実施形態2～4になる締付けボルトの絶縁層形成方法を示す説明図。

【図3】本発明の回転電機の回転子の実施形態2～4の一部を示す縦断面図。

【図4】本発明の回転電機の回転子の実施形態5～7になる締付けボルトの絶縁層形成方法を示す説明図。

【図5】本発明の回転電機の回転子の実施形態5～7の一部を示す縦断面図。

【図6】本発明の回転電機の回転子の実施形態8～10になる締付けボルトの絶縁層形成方法を示す説明図。

【図7】本発明の回転電機の回転子の実施形態8～10を示す縦断面図。

【図8】従来の回転電機の回転子の構造を示す縦断面図。

【図9】従来の回転電機の回転子のセクター分割された電気鉄板の一部を示す横断面図。

【符号の説明】

1…回転子鉄心

2…回転子軸

3…スロット

4…回転子巻線

5…電気鉄板

6…通し孔

7…締付けボルト

8…押え板

9…締付けナット

10…歯部

10a…N極歯部

10b…S極歯部

11…エアギャップ

12…鉄心背部

13…磁路

14…絶縁スリーブ

15…絶縁ワッシャ

16…金型

17…プリプレグシート絶縁層

18…ロービング

19…ロービング絶縁層

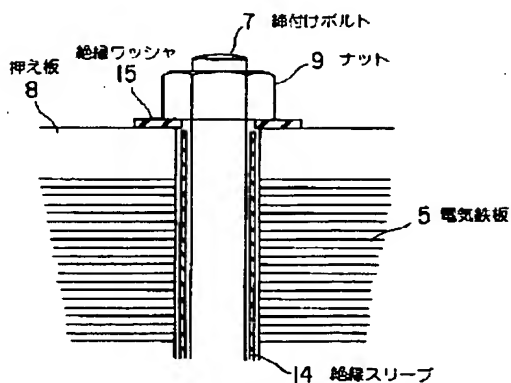
19a…内側絶縁層

19b…外側絶縁層

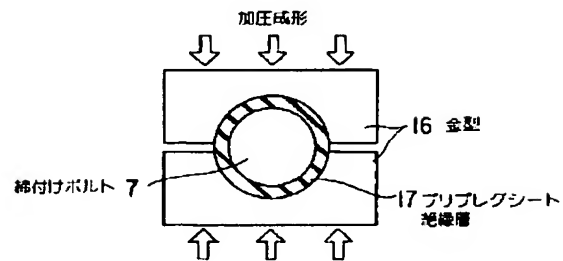
20…ロービング張力

21…アルミナ溶射絶縁層

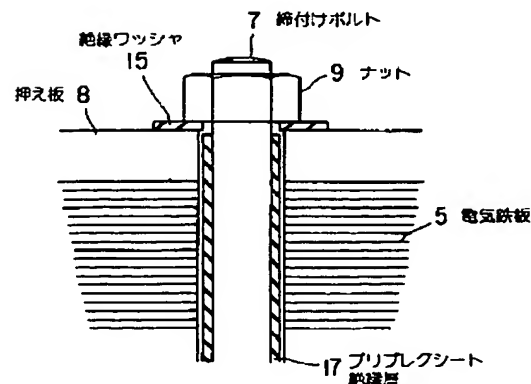
【図1】



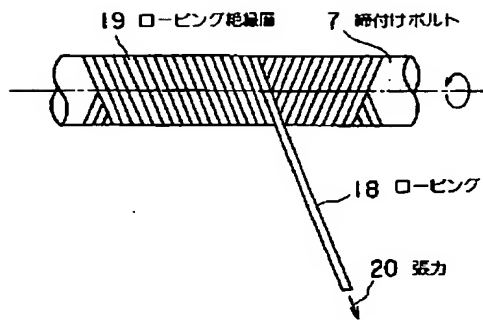
【図2】



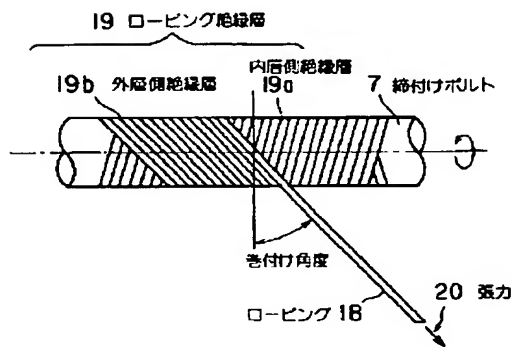
【図3】



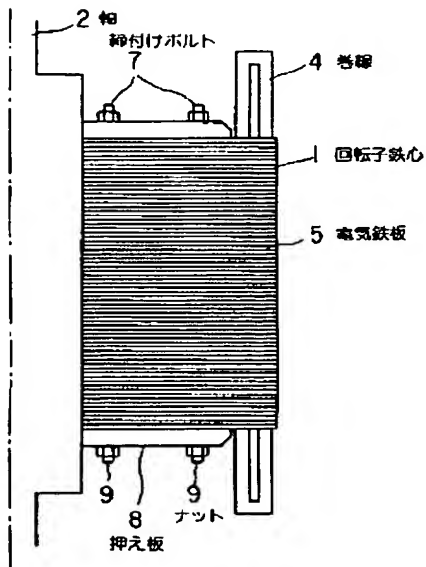
【図4】



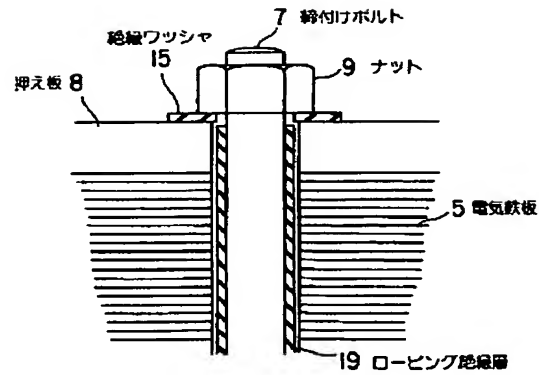
【図6】



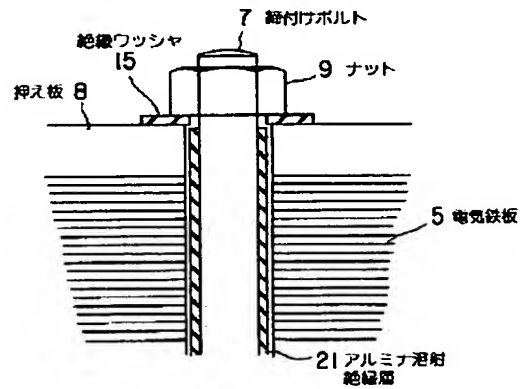
【図8】



【図5】



【図7】



【図9】

